

PLATAFORMA DE ENSAIOS DE ENGENHARIA DE MOTORES DE INDUÇÃO TRÍFASICOS COM CARGA VARIÁVEL - INTERFACE

Matheus Rodrigues Marangon¹, José Henrique Galeti¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – Três Lagoas - MS

Matheus.marangon@hotmail.com, jose.galeti@ifms.edu.br

Resumo

Atualmente, o controle do motor de indução trifásico (MIT) é realizado via inversores de frequência, com os quais é possível controlar a velocidade do MIT variando a frequência de sua alimentação. O controle de velocidade via inversor possui diversas aplicações, tais como condicionadores de ar, esteiras de carga, dentre outras. Dependendo do tipo de controle a ser aplicado, pode haver variações na velocidade e torque do MIT. Nesse trabalho, tem-se por objetivo desenvolver uma bancada instrumentalizada que auxilie o aluno a compreender as respostas de uma planta real ao seu respectivo controlador projetado. Para isso foram utilizados uma bancada com MIT e freio magnético, o myrio para aquisição das variáveis elétricas e mecânicas dos sistemas e controle do mesmo, além de um conjunto de sensores e circuitos projetados para as respectivas medições. Os resultados obtidos foram a implementação de um sistema básico de controle PID pela leitura da velocidade real, que foi feita através da programação em blocos no LabView.

Palavras-chave: Motor, Myrio, Controle.

Introdução

As atuais técnicas de controle e acionamento dos motores de indução trifásico, principalmente através de inversores de frequência, foram viabilizadas pelo desenvolvimento de dispositivos de eletrônica de potência mais baratos e eficientes. Este avanço tem proporcionado, além da maior flexibilidade de operação, redução dos custos de infraestrutura elétrica, menor consumo de energia elétrica, sem contar na melhoria da qualidade da energia elétrica [1], [2]. Dada a ampla aplicação dos MITs, o controle de motores tem despertado a atenção de diversos pesquisadores da área [3], [4]. Industrialmente, a execução do controle de velocidade e torque do MIT utiliza, em sua maioria, controladores clássicos como PI, PD e PID [5],[6], e para os casos em que se busca melhor desempenho, outras técnicas, como por exemplo, Redes Neurais Artificiais [7], Fuzzy [8], Modos Deslizantes [9] e dentre outros. Com isso, neste projeto propõe-se o desenvolvimento de uma plataforma de controle de MIT com carga variável destinado a experimentação com a possibilidade de uso com diferentes técnicas de controle, fazendo com que a bancada após ser totalmente instrumentalizada possa ser utilizada como um modelo prático de planta real nas disciplinas de controle,

validando os controladores projetados pelos alunos teoricamente.

Metodologia

A base para a realização dos ensaios é a bancada didática Automatus (figura 1), que possui um MIT de 4 pólos, um inversor de frequência que realiza o controle vetorial, e o freio magnético embutido de frente ao eixo rotórico. Vale ressaltar que ambos os controles de velocidade de rotação e controle da intensidade de carga (inserida pelo freio magnético) são feitos manualmente por dois potenciômetros comuns.



Figura 1. Bancada didática utilizada para a instrumentalização.

Para que seja possível aplicar uma técnica de controle é necessário realizar a aquisição das grandezas base que serão utilizadas como parâmetros, que no caso são tensão elétrica, corrente elétrica, velocidade real de rotação e carga inserida no eixo do motor. Sem contar o algoritmo necessário para o

processamento de todos esses dados, e o microprocessador que realizará a aquisição (myrio) e posteriormente vai gerar a realimentação do sistema de controle (sinal de erro).

A aquisição da tensão foi feita mediante a um divisor resistivo junto de um filtro-passa baixa com foco em uma medida diferencial, ou seja, sem referência de terra (figura 2).

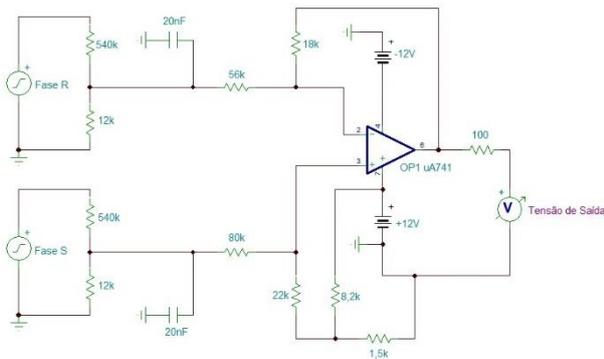


Figura 2. Filtro diferencial para medida de tensão.

Já a medida da corrente de fase veio através do sensor por efeito Hall ACS712-5A (figura 3), aliado a um filtro de passivo RC (figura 4).



Figura 3. Sensor ACS712 – 5A.

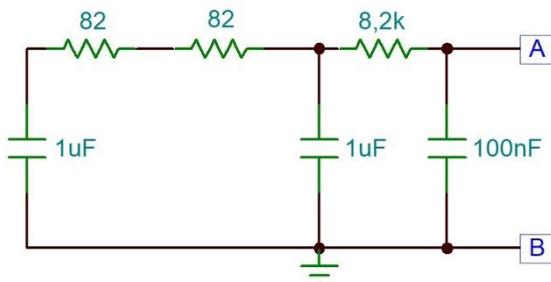


Figura 4. Filtro passivo RC.

A medida de velocidade foi feita por uma estratégia onde o eixo do motor foi em 4 (utilizando fita isolante), e utilizando um sensor emissor-receptor infravermelho (figura 5) um

sinal quadrado é gerado na saída (frequência de rotação), com isso basta multiplicar esse valor médio por 30 que tem-se a velocidade.

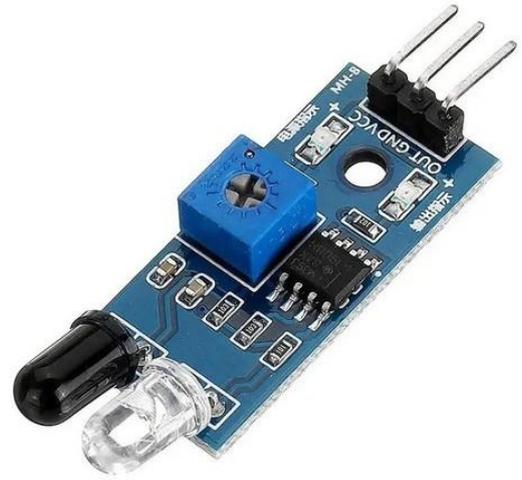


Figura 5. Emissor-receptor infravermelho.

E por fim a medida da carga é feita através de um circuito amplificador com 4 amp-ops (figura 6), utilizando também a célula de carga do próprio freio magnético.

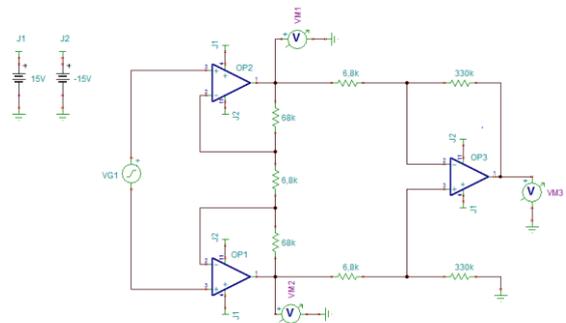


Figura 6. Circuito Amplificador do sinal da célula de carga.

Resultados e Discussão

As medidas de tensão e corrente foram muito satisfatórias, após a aquisição e filtragem estão prontas para serem utilizadas no controle (figuras 7 e 8).

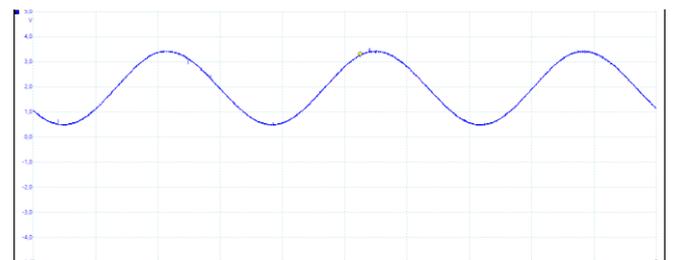


Figura 7. Onda de tensão.

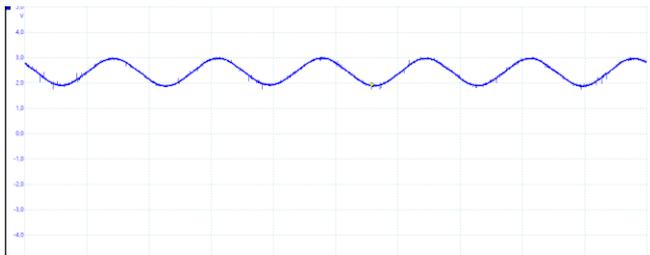


Figura 8. Onda de corrente.

A aquisição também pode ser realizada utilizando o LabView (figura 9). Além do desenvolvimento de um sistema de controle básico PID baseado somente na realimentação da velocidade de rotação do motor (figura 10).

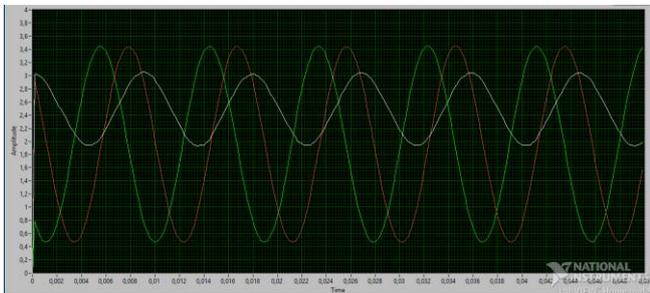


Figura 9. Ondas de tensão e corrente no LabView.

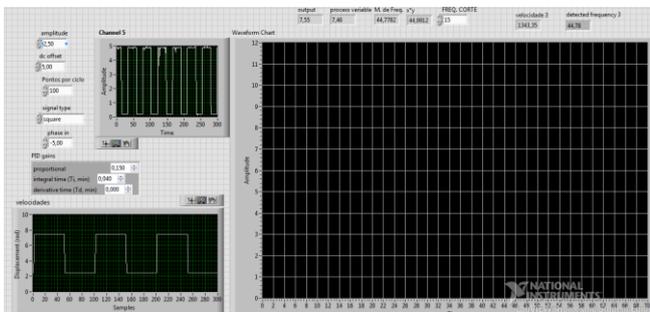


Figura 10. Controle PID básico implementado no LabView-Myrio.

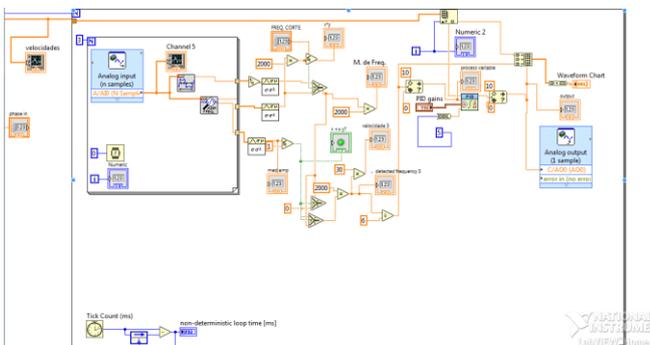


Figura 11. Controle PID básico implementado no LabView-Myrio - programação.

Considerações Finais

Os resultados foram satisfatórios, faltando ainda a integração das outras medidas e também do controle digital de carga, assim com a calibração certa o sistema se tornará muito eficiente e prático para o ensino de controle, já que, basta os alunos inserirem os ganhos do controlador e já verão em tempo real o comportamento da planta.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro e ao Instituto Federal de Mato Grosso do Sul –Três Lagoas–MS.

Referências

- [1] BOSE, B. K. Modern Power electronics and ac drives. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.
- [2] K. Belda, D. Vosmik, "Explicit generalized predictive control of speed and position of PMSM drives", IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 63, no. 6, pp. 3889-3896, Jun. 2016.
- [3] LUGLI, A. B.; ARAÚJO, F. M.; FLORIANO, G. H. F.; SILVA, J. P.; HENRIQUES, J. P.; VOLPATO, R. M.; MASSELLI, Y. M. C. Controle vetorial e escalar para motores de indução trifásicos. In: SAISEE, 2015, Santa Rita do Sapucaí. Proceedings... Santa Rita do Sapucaí: INATEL, 2015.
- [4] ORTUNHO, T. V.; RIBEIRO, J. M. S.; TEIXEIRA, M. C. M.; GARCIA, J. P. F. Projeto de controladores robustos H_∞ usando LMIs para controle de um motor de indução trifásico com incertezas. In: DINCON, 2015, Natal. Proceedings... Natal: SBMAC, 2015.
- [5] J. Jung, V. Q. Leu, T. D. Do, E. Kim, H. H. Choi, "Adaptive PID speed control design for permanent magnet synchronous motor drives", IEEE Trans. Power Electron., vol. 30, no. 2, pp. 900-908, Feb. 2015.
- [6] L. Niu, D. Xu, M. Yang, X. Gui, Z. Liu, "On-line inertia identification algorithm for PI parameters optimization in speed loop", IEEE Trans. Power Electron., vol. 30, no. 2, pp. 849-859, Feb. 2015.
- [7] D. Q. Dang, M. S. Rifaq, H. H. Choi, J.-W. Jung, "Online parameter estimation technique for adaptive control applications of interior PM synchronous motor drives", IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 63, no. 3, pp. 1438-1449, Mar. 2016.
- [8] F. Alonge, F. D'Ippolito, A. Sferlazza, "Sensorless control of induction-motor drive based on robust Kalman filter and adaptive speed estimation", IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 61, no. 3, pp. 1444-1453, Mar. 2014.
- [9] N. Salvatore, A. Caponio, F. Neri, S. Stasi, G. L. Cascella, "Optimization of delayed-state Kalman-filter-based algorithm via differential evolution for sensorless

control of induction motors", IEEE Trans. Ind.
Electron., vol. 57, no. 1, pp. 385-394, Jan. 2010.